

Pengaruh Penambahan Patikel dan Ukuran Partikel Limbah Batang Kelapa Sawit Sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kualitas *Paving Block*

The Addition Effect of Particles and Particle Size Waste Oil Palm Trunk In Sand substitution on the Paving Block Quality

Lusi H Manalu^{a*}, Irawati Azhar^b, Tito Sucipto^b

^aProgram Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara Jl. Tridarma Ujung No.1 Kampus USU

^bMedan 20155 (* Penulis korespondensi, E-mail: lusimanalu@gmail.com)

Abstrack

The wastes of palm's trunk will be increasingly along with the extensive of palm's plantation in Indonesia. It is a lignocelluloses material that can be used as raw materials for the manufacture of paving block, although the exact composition and size to produce good paving block unknown. Therefore, there is a research by using the variation of composition of paving block 1:2:3:0.5, also the addition of the palm oil's trunk is substituted with sand as the mixture of paving block with 2.5% and 5% as the composition and the particle size is 20 also 40 mesh. The objectives of this research are to evaluate the characteristic and the influence of the addition the trunk of palm oil to the paving block quality. The results of testing the mechanical and physical properties of paving block with treatment levels of particle and particle size based on SNI 03-0691-1996. The results are from 14.89 to 29.14 MPa is the quality of B-C. The results of testing the physical properties, water absorption 0.42%-1.51%, i.e. The quality of A, 9.2% -11.89% porosity, resistance to sodium sulfate does not fill the standard with decreasing weight from 0.57 to 1.89% . Almost all of the characteristics of the paving block treatments comply SNI 03-0691-1996.

Keywords: cement, oil palm, paving blocks, mechanical and physical properties.

PENDAHULUAN

Saat ini luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia semakin meningkat. Dari data statistik perkebunan kelapa sawit, pada tahun 2009 disebutkan bahwa luas area perkebunan kelapa sawit untuk seluruh daerah di Indonesia mencapai 7.508.023 ha dengan kerapatan 130-143 pohon per hektar, sedangkan tahun 2010 mencapai 7.824.623 (Direktorat Jendral Perkebunan, 2010).

Pada umur 25 tahun, tanaman sawit akan ditebang atau peremajaan tanaman (*replanting*). Potensi peremajaan kelapa sawit di Indonesia tahun 2010 mencapai 100.000 ha (Litbang Deptan, 2010). Menurut Azhar (2009), perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara dengan luasan 1.663.340,59 Ha apabila melakukan peremajaan selama periode lima tahun pertama dapat menghasilkan kayu sawit sekitar 60 juta m³ dalam bentuk log atau 19 juta m³ dalam bentuk kayu gergajian. Pada periode lima tahun ketiga akan dapat dihasilkan sekitar 104 juta m³ kayu sawit dalam bentuk log atau sekitar 34 juta m³ dalam bentuk kayu gergajian.

Paving block merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolisis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu *paving block* itu (SNI 03-0691-1996). *Paving block* biasa digunakan untuk jalan, pelataran parkir, lantai taman, dan lain-lain.

Salah satu bahan baku pembuatan *paving block* adalah pasir. Sifat bahan ini sangat sulit diperbaharui sehingga keberadaannya

cukup terbatas. Sedangkan limbah batang kelapa sawit cukup melimpah keberadaannya di alam. Pada penelitian ini partikel batang kelapa sawit menjadi bahan substitusi pasir sebagai bahan baku *paving block*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik *paving block* dengan campuran partikel batang kelapa sawit dan mengevaluasi pengaruh penambahan partikel batang kelapa sawit dan ukuran partikel terhadap kualitas *paving block*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi baru bagi masyarakat, pengusaha, dan instansi pendidikan mengenai pemanfaatan partikel batang kelapa sawit sebagai bahan campuran *paving block* dengan komposisi campuran yang tepat. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi potensi limbah batang kelapa sawit

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2012. Persiapan bahan baku dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Pembuatan *paving block* dilaksanakan di UD. Bintang Terang, Sidikalang Kabupaten Dairi. Pengujian kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *chain saw*, *planer*, mesin *disc mill* pembuat tepung, ember, ayakan ukuran 20 *mesh* dan 40 *mesh*, saringan ukuran 5 mm, gelas ukur 1.000 ml, timbangan, kuas, batang pengaduk, sendok semen, cetakan berbentuk prisma segi enam, oven, desikator, *thermometer*,

kain lap dan alat uji kuat tekan *compressive strength*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* tipe I, pasir galian yang lolos lubang ayakan ukuran 5 mm, partikel batang sawit ukuran 20 *mesh* dan 40 *mesh*, batu kerikil, natrium sulfat dan air.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan bahan baku

Persiapan partikel batang kelapa sawit mengacu pada Danil (2009), yaitu batang kelapa sawit dibersihkan dari kulit dan kotoran yang melekat dan dipotong menjadi bentuk balok berukuran 20x20x50 cm. Potongan batang diserut dengan *planer*. Hasil serutan tersebut disaring dengan ayakan 20 *mesh* 40 *mesh* dan kemudian masing-masing ukuran partikel direndam dalam air dingin selama 3 x 24 jam (setiap hari airnya diganti), dengan tujuan menurunkan kandungan zat ekstraktif yang dapat menghambat proses perekatan. Partikel batang kelapa sawit kemudian dijemur sampai kadar air 10%.

2. Pencampuran bahan baku dan pencetakan *paving block*

Pencampuran bahan baku dan pencetakan mengacu pada Iwanah (2009). Pencampuran bahan baku dibedakan sesuai dengan ukuran partikel yaitu 20 *mesh* dan 40 *mesh*. Adapun pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut: Mencampurkan semen, pasir, kerikil, partikel batang kelapa sawit, dan air sesuai dengan komposisi yang terdapat pada Tabel 6.

Pencetakan dengan cara memasukkan bahan campuran ke dalam cetakan *paving block* berbentuk prisma segi enam. Pengondisian *paving block* selama 28 hari di tempat kering dan sejuk agar *paving block* benar-benar kering dan siap diuji sesuai SNI 03-0691-1996.

Perhitungan bahan untuk pembuatan *paving block* disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 5. Massa tiap bahan yang digunakan untuk membuat satu batang *paving block*

Nama Bahan	Massa (kg)	Perbandingan
Semen	0.66	1.00
Pasir	1.32	2.00
Kerikil	1.98	3.00
Air	0.33	0.50

Sumber :Mulyono, 2005.

Tabel 6. Data perbandingan komposisi contoh uji *paving block* untuk 3 ulangan setelah pasir disubstitusi dengan partikel batang kelapa sawit

Ukuran partikel (mesh)	Kadar partikel (%)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu kerikil (kg)	Air (kg)	Partikel batang kelapa sawit (kg)
20	0	1.59	3.18	4.77	0.81	0
	2.5	1.59	3.14	4.77	0.81	0.04
	5.0	1.59	3.10	4.77	0.81	0.08
40	0	1.59	3.18	4.77	0.81	0
	2.5	1.59	3.14	4.77	0.81	0.04
	5.0	1.59	3.10	4.77	0.81	0.08

3. Prosedur pengujian sifat mekanis dan fisis *paving block*

Prosedur pengujian sifat mekanis dan fisis *paving block* mengacu pada SNI 03-0691-1996. Hasil pengujian dibandingkan dengan SNI 03-0691-1996. Pengujian sifat mekanis terdiri atas pengujian kuat tekan dan pengujian sifat fisis terdiri atas: daya serap air, porositas, dan ketahanan terhadap natrium sulfat.

a. Pengujian kuat tekan (*compressive strength*)

Prosedur pengujian mengacu kepada Iwanah (2009). Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut: Mengeluarkan *paving block* yang telah dikondisikan selama 28 hari. Sebelum *paving block* diberi pembebanan, diukur luas penampang masing-masing *paving block*. *Paving block* diletakkan di atas plat besi yang ada pada *compressive strength*.

Beban tekan diberikan secara perlahan-lahan pada *paving block* dengan cara mengoperasikan tuas pompa sampai *paving block* hancur.

Perhitungan kuat tekan dilakukan dengan rumus:

$$\text{Kuat tekan } \textit{paving block} = \frac{P(\text{kg})}{A(\text{cm}^2)}$$

Keterangan:

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang *paving block* (cm²) (Sumber SNI 01-1974-1990).

b. Daya serap air (*water absorbtion*)

Daya serap air merupakan kemampuan papan untuk menyerap air dalam jangka waktu tertentu. Adapun prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut: *Paving block* diambil dari ruangan pengeringan dan ditimbang untuk memperoleh berat awalnya. Kemudian *paving block* direndam di dalam ember selama 24 jam. Setelah perendaman, *paving block* dikeluarkan

dan permukaan *paving block* dilap sampai kering. *Paving block* dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat yang konstan. Perhitungan daya serap air dilakukan dengan rumus:

$$\text{DSA} (\%) = \frac{A - B}{B} \times 100$$

Keterangan :

DSA : daya serap air (%)
A : berat awal (g)
B : berat kering oven (g)

c. Porositas

Prosedur pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui besarnya porositas yang terdapat pada *paving block*. Adapun prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut: *Paving block* diambil dari ruangan pengering dan ditimbang untuk memperoleh berat awal (BA). Dimensi *paving block* diukur untuk menentukan volumenya.

Kemudian *paving block* direndam di dalam ember selama 24 jam. Setelah perendaman *paving block* dikeluarkan dan seluruh permukaan *paving block* dilap sampai kering. *Paving block* tersebut ditimbang kembali untuk memperoleh berat akhir (BAK). Perhitungan porositas dilakukan dengan rumus:

$$\text{Porositas} = \frac{\text{BAK} - \text{BA}}{vb} \times \frac{1}{\rho_{\text{air}}} \times 100$$

Keterangan:

P = porositas (%)
BA = berat awal (g)
BAK = berat akhir (g)
Vb = volume contoh uji (cm^3)
 ρ_{air} = massa jenis air (g/cm^3).

d. Ketahanan terhadap natrium sulfat

Contoh uji *paving block* dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ hingga berat tetap, lalu didinginkan dalam desikator.

Setelah dingin ditimbang sampai ketelitian 0,1 gram, kemudian direndam dalam larutan jenuh natrium sulfat selama 16 sampai dengan 18 jam. *Paving block* diangkat dan ditiriskan. Selanjutnya *paving block* dikeringkan dalam oven pada suhu $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 2 jam, kemudian didinginkan sampai suhu kamar. Proses perendaman diulang hingga 5 kali berturut-turut. Pada pengeringan yang terakhir *paving block* dicuci sampai tidak ada lagi sisa-sisa garam sulfat yang tertinggal.

Untuk mempercepat pencucian dilakukan pencucian dengan air panas pada suhu $40-50^{\circ}\text{C}$. Setelah pencucian sampai bersih, *paving block* dikeringkan dalam ruang pengering hingga beratnya tetap (2-4 jam), didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang lagi sampai ketelitian 0,1 gram. Perhitungan kehilangan berat akibat natrium sulfat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Kehilangan berat} (\%) = \frac{\text{BKA} - \text{BKO}}{\text{BKA}} \times 100$$

Keterangan:

BKA = Berat awal *paving block* sebelum perendaman
BKO = Berat akhir *paving block* setelah perendaman

Diamati keadaan *paving block* apakah setelah perendaman dalam larutan garam sulfat terjadi/ nampak adanya retakan, gugusan atas cacat-cacat lainnya. Penentuan keadaan *paving block* setelah perendaman dibagi menjadi dua kategori, yaitu: Baik/ tidak cacat, bila tidak tampak adanya retak-retak atau perubahan lainnya.

Cacat/ retak-retak, bila nampak adanya retak-retak (meskipun kecil), rapuh, gugus dan lain-lain. Apabila selisih penimbangan sebelum perendaman dan setelah perendaman tidak lebih besar dari 1% dan *paving block* tidak cacat, maka *paving block* dikategorikan baik. Bila selisih penimbangan diantara ketiga *paving block* tersebut lebih besar dari 1% walaupun *paving block*nya tidak cacat maka contoh uji dikategorikan cacat.

e. Analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial, tiga ulangan yaitu kombinasi antara persentase partikel batang kelapa sawit dan ukuran partikel.

Jumlah contoh uji penelitian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Total jumlah contoh uji *paving block* masing-masing pengujian untuk 3 ulangan

Perlakuan	Jumlah ulangan contoh uji <i>paving block</i> untuk tiap uji				Jumlah
	Kuat Tekan	Daya serap air	Porositas	Natrium sulfat	
Kontrol	3	3	3	3	12
P1	3	3	3	3	12
P2	3	3	3	3	12
P3	3	3	3	3	12
P4	3	3	3	3	12
Total					60

Keterangan:

- P1 = Persentase partikel 2,5% ukuran 20 mesh
- P2 = Persentase partikel 2,5% ukuran 40 mesh
- P3 = Persentase partikel 5% ukuran 20 mesh
- P4 = Persentase partikel 5% ukuran 40 mesh

Model statistik yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + u_i + i_{jk}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = nilai pengamatan pada percobaan ke-i ulangan ke-j dari ukuran partikel
- μ = nilai rata-rata pengamatan
- u_i = pengaruh perlakuan interaksi kadar partikel dan ukuran partikel
- $\sum ij$ = galat karena pengaruh perlakuan interaksi persentase partikel dan ukuran partikel.

Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor perlakuan terhadap kualitas *paving block* yang meliputi: kuat tekan, daya serap air, porositas dan ketahanan terhadap natrium sulfat. Kriteria ujinya yaitu jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ perlakuan berpengaruh nyata dan jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ perlakuan tidak berpengaruh. Untuk mengetahui taraf perlakuan mana yang akan disarankan maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Paving block yang diuji telah dikondisikan selama 28 hari. Penentuan mutu hasil pengujian dibandingkan dan diklasifikasikan menurut SNI 03-0691-1996. Hasil pengujian serta klasifikasinya disajikan dalam Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Hasil pengujian sifat mekanis serta klasifikasi mutunya menurut SNI 03-0691-1996.

Perlakuan	Kuat Tekan (Mpa)	Klasifikasi Mutu
Kontrol	29.14	B
P1	22.34	B
P2	19.25	C
P3	14.89	C
P4	16.16	C

Tabel 9. Hasil pengujian sifat fisis serta klasifikasi mutunya menurut SNI 03-0691-1996.

Perlakuan	Daya serap air (%)	Klasifikasi Mutu	Penurunan berat, %		Porositas (%)*
			(Ketahanan terhadap natrium sulfat)	Klasifikasi Mutu	
Kontrol	0.42	A	0.81	Tidak cacat	9.20
P1	1.68	A	0.71	Tidak cacat	9.93
P2	2.41	A	1.09	Cacat	10.48
P3	1.99	A	1.89	Cacat	11.46
P4	1.51	A	0.57	Tidak cacat	11.89

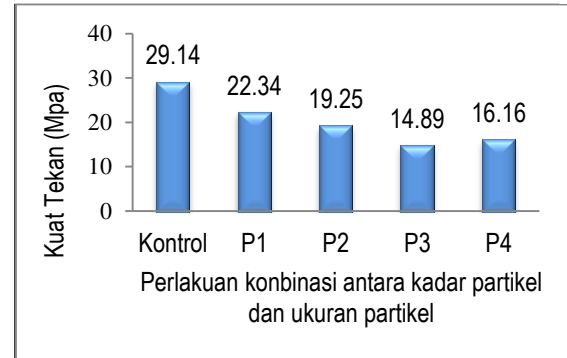
Keterangan:

* = Porositas tidak tergolong SNI 03-0691-1996

Pengujian Sifat Mekanis

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan *paving block* mengacu pada SNI 03-0691-1996. Nilai kuat tekan tiap perlakuan *paving block* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai kuat tekan *paving block* pada beberapa perlakuan kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel.

Paving block dengan nilai kuat tekan terbesar terdapat pada tipe kontrol sebesar 29,14 MPa. *Paving block* dengan nilai kuat tekan terkecil terdapat pada perlakuan kombinasi kadar partikel 5% dan ukuran partikel 20 mesh yaitu sebesar 14,89 MPa.

Penurunan kuat tekan *paving block* diduga karena penambahan partikel batang kelapa sawit. Hal ini didukung oleh pernyataan Kemino (1996) bahwa terjadinya penurunan kualitas *paving block* berkaitan dengan karakteristik partikel batang kelapa sawit yang dipakai sebagai bahan substitusi. Salah satu karakteristik tersebut adalah berat jenis, dengan semakin bertambahnya substitusi partikel batang kelapa sawit, *paving block* mengalami penurunan berat jenis.

Hal ini terjadi karena partikel batang kelapa sawit yang digunakan mempunyai berat jenis yang lebih kecil bila dibandingkan pasir yaitu 0,35 untuk partikel batang kelapa sawit dan 2,57 untuk pasir. Rendahnya berat jenis partikel batang kelapa sawit membuat volume campuran pada campuran tetap semakin besar, hal itu juga yang menunjukkan nilai kerapatan suatu campuran.

Hasil analisis ragam (anova) menunjukkan bahwa kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel berpengaruh nyata terhadap kuat tekan *paving block*. Hasil uji lanjut BNT merekomendasikan penggunaan tipe P1 dengan kombinasi kadar partikel 2,5% ukuran 20 mesh dan perlakuan P2 kombinasi kadar partikel 2,5%

ukuran partikel 40 mesh. Kedua perlakuan ini dapat digunakan akan tetapi disarankan penggunaan kombinasi 2,5% kadar partikel ukuran 20 mesh karena memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi. Perlakuan kombinasi yang disarankan di atas berdasarkan klasifikasi mutu SNI 03-0691-1996 tergolong kelas mutu B.

Pada penelitian yang telah dilakukan terdapat perbedaan nilai kuat tekan antara kontrol dan tipe lainnya. Gambar 3 menunjukkan bahwa penambahan partikel batang kelapa sawit cenderung menurunkan nilai kuat tekan *paving block*. Hal ini dibuktikan dari 2,5% kadar partikel memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan 5%.

Menurut Balfas (2003) partikel batang kelapa sawit mengandung selulosa, pati, lignin. Hal ini diduga menyebabkan penurunan kekuatan *paving block*, karena dengan semakin tingginya kandungan partikel batang kelapa sawit maka semakin tinggi pula kandungan pati dalam campuran yang akan menyebabkan penurunan kualitasnya. Proses perendaman dengan air dingin belum signifikan untuk mengurangi kandungan kimia yang ada pada partikel batang kelapa sawit.

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sifat dari *paving block* yakni sifat kekuatan. Pada penambahan kadar partikel 2,5% data hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan ukuran partikel 20 mesh memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan partikel ukuran 40 mesh. Penelitian ini menunjukkan semakin halus ukuran partikel akan menurunkan nilai kuat tekan *paving block*.

Hal ini didukung oleh penelitian Dirhamsyah (2009) mengenai papan semen, yang menyatakan bahwa ukuran partikel yang kecil umumnya akan menghasilkan papan semen partikel dengan sifat kekuatan yang relatif rendah dibandingkan dengan penggunaan ukuran partikel yang lebih besar.

Hasil penelitian ukuran partikel 40 mesh memiliki kuat tekan yang lebih rendah. Hal ini didukung juga oleh pernyataan Sulianti (2002) yang menyatakan bahwa sifat mekanik papan semen dipengaruhi oleh faktor-faktor bahan baku pembentuknya, jenis bahan tambahan, kerapatan papan semen, kadar semen dan bentuk dan ukuran bahan yang digunakan.

Pada proses pemadatan dilakukan secara manual dengan tenaga manusia sehingga pada saat penekanan hasil yang diperoleh tidak sama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tjokroadimuljo (1998) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan *paving block* antara lain: faktor air, umur, jenis

semen, jumlah semen, sifat agregat, pemadatan, dan perawatan.

Pemadatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena tidak terjadi campuran bahan yang homogen. Pemadatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya *bleeding* (keluarnya sebagian campuran *paving block* dari cetakan). Hal lain yang dapat dilakukan untuk memperoleh mutu *paving block* yang baik adalah dengan melihat cara pemadatan yang digunakan sehingga pemadatan pada campuran *paving block* dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

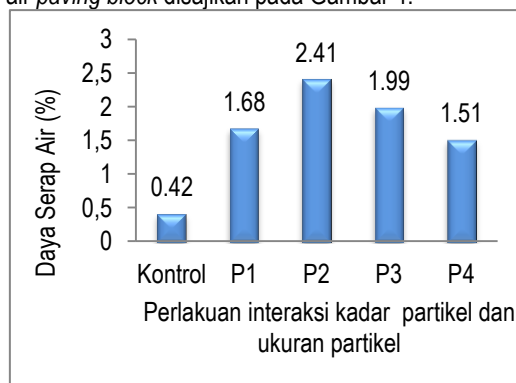
Agregat yang digunakan dalam *paving block* yang berfungsi sebagai bahan pengisi, namun karena persentase agregat yang besar dalam volume campuran, maka agregat memberikan kontribusi terhadap kekuatan *paving block*. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan *paving block* terhadap agregat antara lain: perbandingan agregat dan semen campuran, kekuatan agregat, bentuk dan ukuran, tekstur permukaan, reaksi kimia, ketahanan terhadap panas.

Akibat tidak adanya penggetaran menyebabkan kurang padatnya campuran. Hal ini didukung oleh Aswin (2004) yang menyatakan bahwa *paving block* yang dikerjakan dengan mesin dan otomatis hasilnya tentu lebih baik, lebih kuat dan lebih rapat dibanding secara manual karena adanya getaran dan pemadatan.

Pengujian Sifat Fisis

Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan *paving block* untuk menyerap air dalam jangka waktu tertentu. Grafik nilai rata-rata daya serap air *paving block* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik persentase *paving block* daya serap air pada beberapa perlakuan kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel.

Daya serap air *paving block* yang terkecil terdapat pada kontrol rata-rata sebesar 0,42% dan daya serap air *paving block* rata-rata

terbesar terdapat pada *paving block* dengan perlakuan kombinasi kadar partikel 2,5% dan ukuran partikel 40 mesh yaitu sebesar 2,41%. Pada penelitian ini penambahan partikel batang kelapa sawit dapat meningkatkan daya serap air rata-rata *paving block* dan berbeda pada semua tipe campuran.

Daya serap air rata-rata pada semua tipe campuran masih memenuhi SNI 03-0691-1996 yaitu tidak lebih dari 10%. Kualitas A daya serap air maksimal 3%, kualitas B maksimal 6%, kualitas C maksimal 8%, dan kualitas D maksimal 10%. Kelas mutu rata-rata daya serap air *paving block* yang dihasilkan tergolong kualitas A karena tidak lebih dari 3%.

Dari hasil analisis ragam (anova) diketahui perlakuan kombinasi antara kadar partikel dan ukuran partikel tidak berpengaruh terhadap daya serap air *paving block*. Tidak dilakukan uji lanjut BNT karena tidak terdapat perlakuan yang berpengaruh. Sehingga pada pengujian ini tidak ada perlakuan yang direkomendasikan.

Gambar 4 menunjukkan daya serap air *paving block* cenderung meningkat akibat penambahan kadar partikel. Daya serap air dengan perlakuan kadar partikel 2,5% cenderung lebih besar dibandingkan dengan 5% hal ini diduga dipengaruhi oleh proses pemadatan.

Perlakuan kombinasi kadar partikel 2,5% ukuran dan partikel ukuran 40 mesh persentase daya serap air signifikan yaitu sebesar 4,78%. Nilai daya serap air masing-masing *paving block* dapat dilihat pada Lampiran 4. Hal ini diduga karena pemadatan yang tidak baik sehingga terdapat banyak rongga-rongga pada *paving block*. Air akan mengisi rongga-rongga ini ketika *paving block* mengalami kontak dengan air dan uap air. Hal ini didukung oleh pernyataan Naibaho (2009) yang menyatakan bahwa proses pemadatan dan getaran sangat berpengaruh terhadap daya serap air *paving block*.

Peningkatan daya serap air *paving block* pada penelitian ini dipengaruhi oleh kadar partikel. Sifat higroskopis partikel batang kelapa sawit akan memberikan kontribusi yang besar terhadap kenaikan daya serap air *paving block*. Peningkatan kadar partikel menyebabkan semakin banyak partikel yang terkandung pada *paving block*. Peningkatan kadar partikel akan meningkatkan kandungan kimia pada campuran *paving block*.

Hal ini diduga karena struktur partikel batang kelapa sawit yang mengandung selulosa dan hemiselulosa serta senyawa-senyawa lain sangat mudah menyerap air. Hemiselulosa merupakan kandungan yang paling berpengaruh

pada penyerapan air. Selulosa, lignin dan permukaan selulosa kristal juga berpengaruh terhadap penyerapan air. Kayu monokotil seperti kayu kelapa sawit, mempunyai jaringan parenkim diantara bundel-bundel seratnya, yang semula dalam kayu segar masih mengandung air. Setelah pengeringan jaringan ini membentuk pori-pori yang cenderung menyerap cairan polar sejenis air.

Semakin tinggi kadar semen dalam campuran *paving block* maka akan semakin rendah daya serap air *paving block*. Hal ini didukung oleh penelitian Sitanggang (2012) yang menyatakan bahwa semakin besar perbandingan komposisi bahan baku, maka semakin kecil daya serap airnya. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi semen yang mengikat partikel semakin banyak, sehingga papan semen yang dihasilkan menjadi semakin padat. Kondisi ini membuat papan semen menyerap air lebih sedikit. Penelitian Kasmudjo (1983) terdahulu menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar semen terpakai semakin kurang kadar air dalam papan semen yang dihasilkan.

Nilai daya serap air berdasarkan ukuran partikel cenderung beragam. Pada perlakuan penambahan kadar partikel sebesar 2,5%, ukuran partikel 40 mesh cenderung memiliki daya serap air paling besar dibanding partikel ukuran 20 mesh. Hal ini diduga karena proses pemadatan, kandungan air pada campuran *paving block*, serta rongga-rongga pada *paving block*.

Pada saat pencampuran bahan *paving block* diduga ukuran partikel yang lebih halus akan menyerap air lebih cepat sehingga mengurangi homogenitas campuran.

Pada penelitian Dirhamsyah (2010) kondisi demikian dipengaruhi oleh kemampuan semen dalam menutupi volume rongga-rongga kosong partikel serta bidang permukaan pada papan semen partikel. Daya serap air *paving block* juga dipengaruhi oleh perbedaan ukuran partikel, perbedaan nilai rerata kerapatan *paving block*, dan kadar semen.

Diduga semakin banyak semen yang digunakan maka semakin tinggi nilai kerapatan *paving block* yang dihasilkan, karena dengan adanya penambahan berat semen akan lebih banyak mengisi ruang kosong yang ada dalam papan tersebut, sehingga dengan demikian kerapatan akan semakin meningkat.

Hal ini sesuai dengan pendapat Kamil (1973) seperti dikutip oleh Paulus (1996) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar semen semakin tinggi pula berat jenis papan semennya. Pernyataan ini juga dibuktikan oleh penelitian Achmad (1978) dengan perlakuan kadar semen

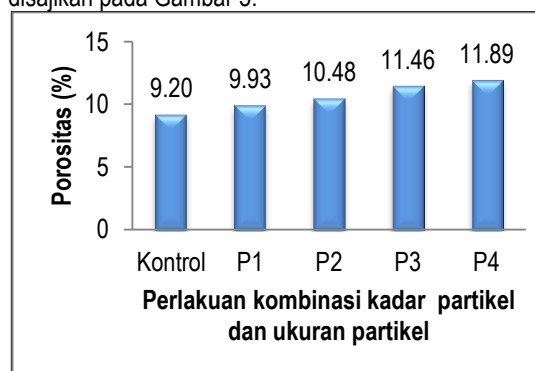
150%, 200%, dan 250% yang menyimpulkan bahwa nilai kerapatan naik.

Hal ini sesuai dengan Balfas (2003), yang menyatakan salah satu masalah serius dalam pemanfaatan kayu kelapa sawit adalah sifat higroskopis yang berlebihan. Meskipun telah dikeringkan hingga mencapai kering oven, kayu kelapa sawit dapat kembali menyerap uap dari udara hingga mencapai kadar air lingkungan.

Peningkatan daya serap air pada *paving block* dengan campuran partikel batang kelapa sawit disebabkan oleh sifat higroskopis partikel batang kelapa sawit. Sifat ini akan menyebabkan peningkatan kandungan air *paving block* pada saat partikel-partikel sawit menyerap air. Peningkatan daya serap air *paving block* sesuai dengan pernyataan Bakar (2003) bahwa variasi kadar air batang kelapa sawit relatif besar berkisar 365%. Hal ini menunjukkan bahwa partikel yang digunakan sebagai bahan dasar memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap air. Kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan ikatan rekat menjadi lemah.

Porositas

Porositas sangat dipengaruhi oleh jumlah pori yang terdapat pada *paving block*. Grafik nilai rata-rata porositas *paving block* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik persentase porositas *paving block* pada beberapa perlakuan kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel

Grafik porositas pada Gambar 4 menyajikan porositas *paving block* yang cenderung meningkat akibat penambahan kadar partikel. Porositas yang terbesar terdapat pada kombinasi perlakuan kadar partikel 2,5% dan ukuran partikel 40 mesh yaitu sebesar 11,89%. Sedangkan porositas terkecil terdapat pada tipe kontrol (tanpa penambahan serbuk) sebesar 9,02%.

Hal ini diduga karena pada kadar partikel 5% yang memiliki kadar yang lebih tinggi akan menyebabkan peningkatan pori-pori *paving block*. Untuk kadar partikel yang lebih rendah

yaitu 2,5% *paving block* jumlah pori akan lebih sedikit. Semakin meningkat kadar partikel maka akan meningkatkan pembentukan rongga-rongga *paving block*.

Pada penelitian Iwanah (2009) peningkatan kadar partikel cenderung meningkatkan porositas *paving block*. Penelitiannya menunjukkan bahwa perlakuan penambahan 20% serbuk gergaji ke dalam campuran *paving block* memiliki porositas yang lebih besar dibandingkan kadar 5%, 10%, dan 15%.

Dari hasil analisis ragam (anova) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel berpengaruh nyata terhadap porositas *paving block*. Uji lanjut BNT merekomendasikan penggunaan tipe P1 dengan kombinasi kadar partikel 2,5% ukuran 20 mesh dan perlakuan P2 kombinasi kadar partikel 2,5% ukuran partikel 40 mesh. Kedua perlakuan ini dapat digunakan karena memiliki kadar yang sama akan tetapi disarankan penggunaan kombinasi 2,5% kadar partikel ukuran 20 mesh karena memiliki nilai porositas yang lebih rendah.

Hasil pengujian porositas (Gambar 5) terlihat terjadinya peningkatan porositas *paving block*. Hal ini dikarenakan partikel batang kelapa sawit ini merupakan bahan yang bersifat higroskopis. Sifat higroskopis partikel batang kelapa sawit akan memberikan kontribusi yang besar terhadap kenaikan porositas *paving block*. Peningkatan kadar partikel menyebabkan semakin banyak partikel yang terkandung pada *paving block*.

Partikel batang kelapa sawit dapat dikatakan sebagai bahan yang berpori. Partikel-partikel ini akan mengakibatkan banyak terdapat celah dan rongga pada *paving block*, sehingga air dapat dengan mudah terserap dan mengisi pori-pori tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bakar (2003) yang menyatakan bahwa batang kelapa sawit dapat menyerap air dalam jumlah yang cukup besar.

Nilai porositas berdasarkan ukuran partikel cenderung beragam. Porositas perlakuan partikel ukuran partikel 40 mesh cenderung memiliki daya serap air paling besar dibanding partikel ukuran 20 mesh. Hal ini diduga karena proses pemadatan, kandungan air pada campuran *paving block*, serta rongga-rongga pada *paving block*.

Ukuran partikel yang lebih halus diduga akan mengakibatkan peningkatan pori-pori *paving block* saat dipadatkan. Pada penelitian Dirmansyah (2010) kondisi demikian dipengaruhi oleh kemampuan semen dalam menutupi volume rongga-rongga kosong partikel serta bidang permukaan pada papan semen partikel.

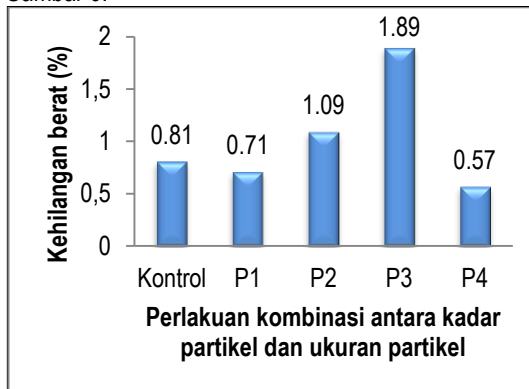
Penelitian Kasmudjo (1983) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar semen terpakai semakin kurang kandungan pori dalam papan semen yang dihasilkan.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Mulyono (2005) yang menyatakan air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton.

Penelitian terhadap porositas lebih didasarkan dari segi keawetan dan kekuatan *paving block* itu sendiri. Pada umumnya semakin besar porositas maka semakin kecil kekuatannya. Dari segi keawetan, porositas sangat penting diteliti terutama pada bangunan tepi pantai dan bangunan yang bersinggungan dengan tanah.

Ketahanan Terhadap Natrium Sulfat

Pengujian terhadap natrium sulfat dilakukan untuk mengetahui ketahanan *paving block* terhadap pelapukan dan kondisi lingkungan. *Paving block* yang baik merupakan *paving block* yang memiliki permukaan yang rata serta tidak rapuh ketika disentuh. Kehilangan berat dan retak-retak pada *paving block* menjadi parameter ketahanan terhadap natrium sulfat. Penurunan berat *paving block* disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik penurunan berat akibat perendaman dengan natrium sulfat pada beberapa perlakuan kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel.

Kehilangan berat terbesar *paving block* terdapat pada perlakuan kombinasikadar partikel 5% dan ukuran partikel 20 mesh sebesar 1,89 dan pada *paving block* dengan perlakuan kadar partikel 2,5% dan ukuran partikel 40 mesh 1,09%. Penurunan berat pada kedua tipe ini tidak

memenuhi SNI 03-0691-1996 karena disyaratkan penurunan berat tidak lebih dari 1%.

Hal yang mempengaruhi ketidaktahanan *paving block* terhadap natrium sulfat adalah penggunaan semen *portland* tipe I. Jenis semen ini merupakan bahan yang tidak tahan terhadap natrium sulfat. Berbeda dengan semen tipe V yang tahan terhadap natrium sulfat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Naibaho (2009) yang menyatakan reaksi yang terjadi dapat menyebabkan pengembangan .

Dari hasil analisis ragam (anova) diperoleh hasil perlakuan kombinasi antara kadar partikel dan ukuran partikel tidak berpengaruh terhadap kehilangan berat *paving block* akibat perendaman dengan natrium sulfat. Tidak dilakukan uji lanjut BNT karena tidak terdapat perlakuan yang berpengaruh.

Pada pengamatan yang dilakukan sulit untuk menentukan perubahan yang terjadi pada *paving block* sebelum dan setelah perendaman. Sebelum perendaman sudah terdapat cacat pada bagian permukaan untuk tipe dengan campuran batang kelapa sawit.

Keadaan ini disebabkan pada saat pengadukan, bahan baku partikel menyerap air sehingga campuran kekurangan air. Hal ini didukung oleh pernyataan Tjokrodinuljo (1996) yang menyatakan bahwa air merupakan bahan yang diperlukan dalam proses hidrasi proses ini berfungsi sebagai pelumas agar adukan dapat dikerjakan dan dipadatkan dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Karakteristik *paving block* berdasarkan SNI 03-0691-1996 dengan perlakuan kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel adalah kuat tekan 14,89-29,14 MPa (kualitas B-C), daya serap air 0,42%-2,41% (kualitas A), porositas 9,02%-11,89%, ketahanan terhadap natrium sulfat cacat-tidak cacat (penurunan berat antara 0,57-1,89%). Hampir semua karakteristik *paving block* dari semua kombinasi perlakuan memenuhi standar SNI 03-0691-1996.
2. *Paving block* dengan perlakuan kombinasi kadar partikel dan ukuran partikel berpengaruh terhadap kuat tekan dan porositas tetapi tidak berpengaruh terhadap daya serap air dan kehilangan berat akibat natrium sulfat.

Saran

Perlakuan yang disarankan untuk digunakan berdasarkan uji lanjut BNT adalah kombinasi kadar partikel 2,5% ukuran 20 *mesh*. Serta perlu penelitian lanjutan untuk meningkatkan kualitas bahan baku dengan

perendaman partikel dalam air panas agar kandungan zat ekstraktif dan pati menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S.S. 1978. Pengaruh Panjang Wol Kayu, Katalisator dan Kadar Semen Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Wol Kayu (*Tectona grandis Linn*). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Aswin, H. 2004. Studi Penggunaan Paving Block sebagai Lapisan Permukaan pada Kekerasan Jalan Raya di Lingkungan Perumahan. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Azhar, I. 2009. Potensi Pemanfaatan Limbah Batang Sawit Sebagai Pengganti Papan Parikel di Sumatera Utara. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Balfas, J. 2003. Potensi Kayu Sawit sebagai Alternatif Bahan Baku Industri Perakayuan. Makalah Seminar Nasional Himpunan Alumni-IPB dan HAPKA Fakultas Kehutanan IPB Wilayah Regional Sumatera Utara. Medan.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1996. SNI 03-0691-1996 Bata Beton (Paving Block) dan Cara Uji. Sistem Informasi Standar Nasional Indonesia (SISNI). http://websisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/654 [Tanggal akses 20 Januari 2012].
- Bakar, E.S. 2003. Kayu Sawit sebagai Substitusi Kayu dari Hutan Alam. Forum Komunikasi dan Teknologi dan Industri Kayu 2 : 5-6. Bogor.
- Danil. 2009. Ketahanan Papan Komposit dari Limbah Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jack*) dan Plastik Polipropena terhadap Serangan Rayap Tanah dan Rayap Kayu Kering). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Departemen Pertanian. 2009. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa Sawit. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian. Bogor.
- Dirhasyah, M. 2010. Sifat Papan Semen Partikel Kayu Karet. Fakultas Kehutanan. Universitas Tanjung Pura. Pontianak (Cement Board Property of Rubber Wood Particle)
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2010. Luas Areal Kelapa Sawit Menurut Provinsi di Seluruh Indonesia. http://www.deptan.go.id/infoeksekutif/bun/EIS-bun2010/K.sawit_LuasAreal.html [Tanggal 03 April 2012].
- Iwanah. 2009. Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu dalam Pembuatan Beton Ditinjau dari Segi Mekanik. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan.
- Kamil, R. N, dan Kliwon. S. 1973. Pengujian Enam Jenis Kayu dari Jasinga Untuk Papan Wol Kayu. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Laporan No.18. Bogor.
- Kasmujo. 1985. Papan Semen (cetakan ke-1). Yayasan Pembinaan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Kemino. 1996. Penelitian Limbah Industri Pengolahan Kayu Sebagai Bahan Pembuatan Bata Cetak J. Penelitian Permukiman I. Vol XII. No 1-2. Hal 3 dan 5
- Litbang Deptan. 2010. Potensi Kelapa sawit di Indonesia <http://www.litbang.deptan.go.id/special/ko/moditas/files/0507LKSAWIT.pdf> [Tanggal akses 22 April 2012].
- Mulyono, T. 2005. Teknologi Beton. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Naibaho, R. 2009. Pembuatan dan Karakteristik Paving Block Sebagai Beton Kontruksi dengan Menggunakan Campuran Oil Studge Dan Semen. Tesis. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Novianti. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Bata Kontruksi dengan Memanfaatkan Limbah Sludge Pertamina Pangkalan Susu. Skripsi. Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Paulus. 1996. Pengaruh Komposisi Bahan Partikel Kayu Karet (*Hevea brasiliensis MuelArg*) Dengan Ijuk Aren (*Arenga pinata*) dan Campuran Perekat Semen Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Papan Semen Partikel. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Sitanggang, T. 2012. Karakteristik Papan Semen dari Limbah Batang Sawit dengan Penambahan Katalis Magnesium Klorida ($MgCl_2$). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sulianti. 2002. Pengaruh Panjang Serat dan Kadar Semen Terhadap Sifat papan Semen Sabut Kelapa (*Cocos nucifera L*). Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan.

Fakultas Kehutanan. Universitas
Tanjungpura. Pontianak.
Tjokrodimuljo, K. 1996. Teknologi Beton.
Penerbit Nafiri. Yogyakarta.